

ORTAÖĞRETİM
GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

DERSLER CEPTE



FİZİK 9

ÜNİTE	KUVVET VE HAREKET
KONU	- Kuvvet - Newton'ın Hareket Yasaları - Sürtünme Kuvveti

DERSLER CEPTE 4. SAYI

FİZİK 9. SINIF

ISBN 978-975-11-6639-5

Genel Yayın Yönetmeni
Halil İbrahim TOPÇU

Yayın Koordinatörü
Dr. Yasin ELÇİ



ORTAÖĞRETİM
GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

Yazar Ekibi

Ayşe Asude URAL, *Öğretmen*
Belgin SAYLAM, *Öğretmen*
Cebrail KOÇ, *Öğretmen*
Cemal HAKVERDİ, *Öğretmen*
Çağrı KANİ, *Öğretmen*
Emine YILDIRIM, *Öğretmen*
Ergün ÖLMEZ, *Öğretmen*
Esengül AKKAYA, *Öğretmen*
Fatih YAVUZ, *Öğretmen*
Mehmet CANAN, *Öğretmen*
Mehmet Nuri ÖZ, *Öğretmen*
Metin LEYLAK, *Öğretmen*
R. Hayati ALBAYRAK, *Öğretmen*
Serkan TURHAN, *Öğretmen*
Sermin DEMİRTAŞ, *Öğretmen*
Şükrü BAHÇEKAPILI, *Öğretmen*
Yasin SANCAR, *Öğretmen*

Dizgi - Tasarım Ekibi

Beste ERDEMOĞLU, *Öğretmen*
Çağlayan Volkan YILDIZ, *Öğretmen*
Elif ALP, *Öğretmen*
Hüseyin Cem YAVRU, *Öğretmen*
Hüseyin KARAKUŞ, *Öğretmen*
İsa GÜMÜŞSOY, *Öğretmen*
Özkan KAYA, *Öğretmen*
Sena SARIKAYA, *Öğretmen*
Yasemin DEMİRCİOĞLU, *Öğretmen*
Zübeyde TAŞEL, *Öğretmen*



İSTİKLÂL MARŞI

Korkma, sönmez bu şafaklarda yüzen al sancak;
Sönmeden yurdumun üstünde tüten en son ocak.
O benim milletimin yıldızıdır, parlayacak;
O benimdir, o benim milletimindir ancak.

Çatma, kurban olayım, çehreni ey nazlı hilâl!
Kahraman ırkıma bir gül! Ne bu şiddet, bu celâl?
Sana olmaz dökülen kanlarımız sonra helâl.
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl.

Ben ezelden beridir hür yaşadım, hür yaşarım.
Hangi çılgın bana zincir vuracakmış? Şaşarım!
Kükremiş sel gibiyim, bendimi çiğner, aşarım.
Yırtarım dağları, enginlere sığmam, taşarım.

Garbın âfâkını sarmışsa çelik zırhlı duvar,
Benim iman dolu göğsüm gibi serhaddim var.
Ulusun, korkma! Nasıl böyle bir imanı boğar,
Medeniyyet dediğin tek dişi kalmış canavar?

Arkadaş, yurduma alçakları uğratma sakın;
Siper et gövdeni, dursun bu hayâsızca akın.
Doğacaktır sana va'dettiği günler Hakk'ın;
Kim bilir, belki yarın, belki yarından da yakın.

Bastığın yerleri toprak diyerek geçme, tanı:
Düşün altındaki binlerce kefensiz yatanı.
Sen şehit oğlusun, incitme, yazıktır, atanı:
Verme, dünyaları alsan da bu cennet vatanı.

Kim bu cennet vatanın uğruna olmaz ki feda?
Şüheda fışkıracak toprağı sıksan, şüheda!
Cânı, cânânı, bütün varımı alsın da Huda,
Etmesin tek vatanımdan beni dünyada cüda.

Ruhumun senden İlâhî, şudur ancak emeli:
Değmesin mabedimin göğsüne nâmahrem eli.
Bu ezanlar -ki şehadetleri dinin temeli-
Ebedî yurdumun üstünde benim inlemeli.

O zaman vecd ile bin secde eder -varsa- taşım,
Her cerîhamdan İlâhî, boşanıp kanlı yaşım,
Fışkırır ruh-ı mücerret gibi yerden na'şım;
O zaman yükselerek arşa değer belki başım.

Dalgalan sen de şafaklar gibi ey şanlı hilâl!
Olsun artık dökülen kanlarımın hepsi helâl.
Ebediyyen sana yok, ırkıma yok izmihlâl;
Hakkıdır hür yaşamış bayrağımın hürriyyet;
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl!

Mehmet Âkif ERSOY

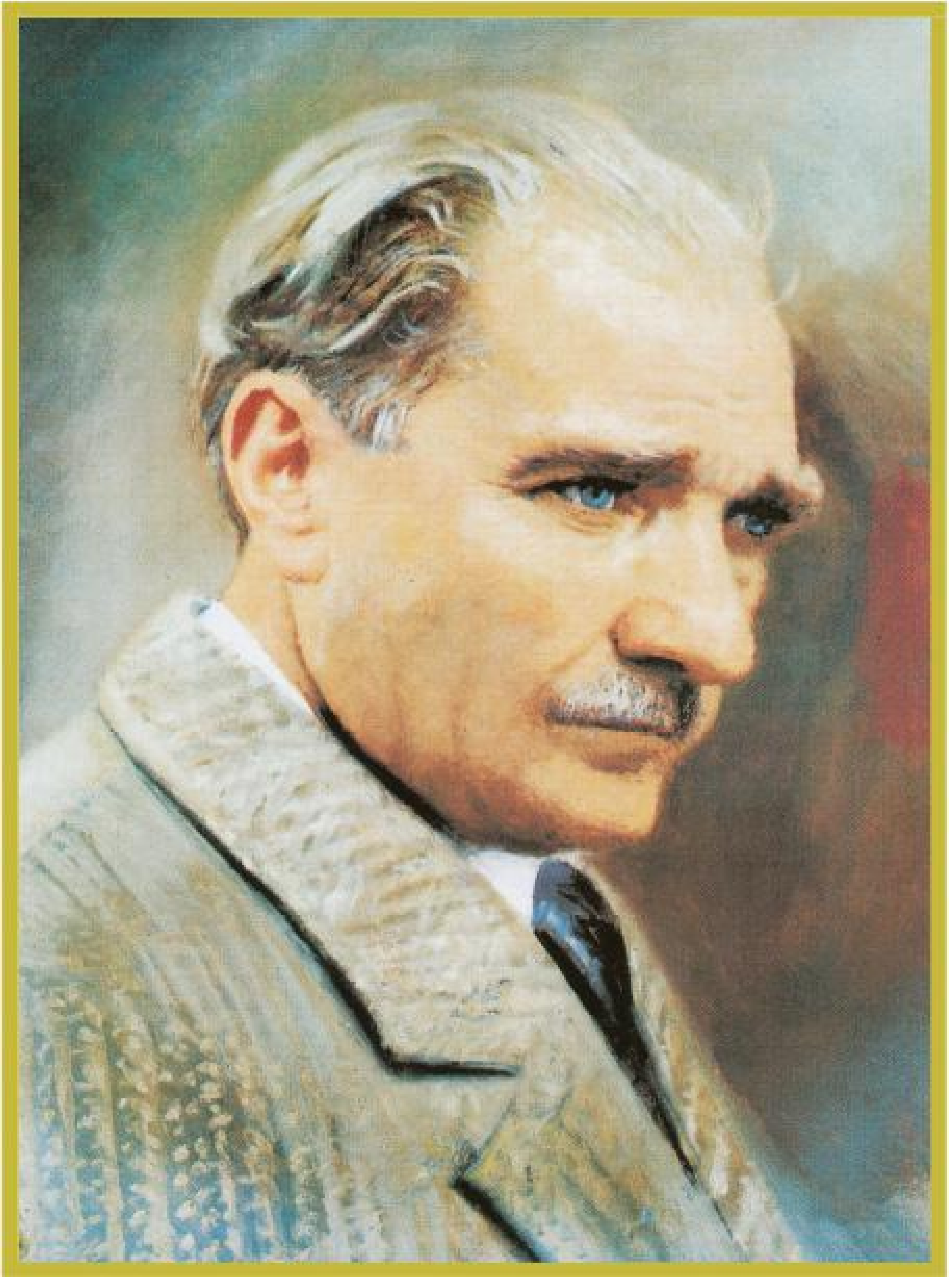
GENÇLİĞE HİTABE

Ey Türk gençliği! Birinci vazifen, Türk istiklâlini, Türk Cumhuriyetini, ilelebet muhafaza ve müdafaa etmektir.

Mevcudiyetinin ve istikbalinin yegâne temeli budur. Bu temel, senin en kıymetli hazinendir. İstikbalde dahi, seni bu hazineden mahrum etmek isteyecek dâhilî ve hâricî bedhahların olacaktır. Bir gün, istiklâl ve cumhuriyeti müdafaa mecburiyetine düşersen, vazifeye atılmak için, içinde bulunacağın vaziyetin imkân ve şeraitini düşünmeyeceksin! Bu imkân ve şerait, çok namüsait bir mahiyette tezahür edebilir. İstiklâl ve cumhuriyetine kastedecek düşmanlar, bütün dünyada emsali görülmemiş bir galibiyetin mümessili olabilirler. Cebren ve hile ile aziz vatanın bütün kaleleri zapt edilmiş, bütün tersanelerine girilmiş, bütün orduları dağıtılmış ve memleketin her köşesi bilfiil işgal edilmiş olabilir. Bütün bu şeraitten daha elîm ve daha vahim olmak üzere, memleketin dâhilinde iktidara sahip olanlar gaflet ve dalâlet ve hattâ hıyanet içinde bulunabilirler. Hattâ bu iktidar sahipleri şahsî menfaatlerini, müstevlîlerin siyasî emelleriyle tevhit edebilirler. Millet, fakr u zaruret içinde harap ve bîtap düşmüş olabilir.

Ey Türk istikbalinin evlâdı! İşte, bu ahval ve şerait içinde dahi vazifen, Türk istiklâl ve cumhuriyetini kurtarmaktır. Muhtaç olduğun kudret, damarlarındaki asil kanda mevcuttur.

Mustafa Kemal Atatürk



MUSTAFA KEMAL ATATÜRK

İÇİNDEKİLER

Değerli Öğretmenler ve Sevgili Öğrenciler,

Sizler için hazırlanan Dersler Cepte fasiküllerinde tüm derslerdeki aylık konu özetlerini bulacaksınız. Gerek yazılılara hazırlanırken gerek konu tekrarı yaparken Dersler Cepte fasikülündeki konu özetleri size yol gösterecektir. Konu özetlerinin maddeler hâlinde ve görsel ağırlıklı olması bilgilerinizin kalıcı olmasında kolaylık sağlayacaktır. Konu özetlerinin yanında "Hatırlayalım, Kritik Bilgi, Dikkat, Faydalı Linkler, Araştırma, Bir Örnek de Sen Ver, Biliyor Musunuz?, Filozof Der ki, Felsefe Sözlüğü, Haritada Bulalım" gibi bölümlerle konuların en önemli noktalarını ve ilgi çekici yanlarını görmüş olacaksınız. Böylece eğlenirken aynı zamanda da bilgilerinizi pekiştirme fırsatı bulacaksınız.

Açık uçlu ve çoktan seçmeli sorularla tekrar ettiğiniz bilgileri kullanabileceksiniz. Karekodlar aracılığıyla çoktan seçmeli soruların video çözümlerini izleyerek sorulara anında dönüt alabileceksiniz. Her konuyla ilgili çıkmış soruların yer alması da üniversiteye hazırlık yolculuğunda sizlere rehberlik edecek ve işlediğiniz konuların ne kadar önemli olduğuna dair fikir verecektir. Ayrıca OGM Materyal web sitesi, yardımcıkaynaklar.meb.gov.tr ve eba.gov.tr adresleri üzerinden fasiküllerimize kolay ulaşma imkânına sahip olacaksınız.

Millî Eğitim Bakanlığı olarak alanında yetkin uzmanlarca titizlikle hazırlanmış ve denetimden geçmiş olan Dersler Cepte fasikülleriyle öğrenci ve öğretmenlere derslerin işlenişi ve tekrarı noktasında katkı sunulması amaçlanmaktadır.

Halil İbrahim TOPÇU
Ortaöğretim Genel Müdürü



Neler Öğreneceğiz?

Anahtar Kavramlar:

- Kuvvet
- Kütle Çekim Kuvveti
- Dengelenmiş Kuvvetler
- Dengelenmemiş Kuvvetler
- Net Kuvvet
- Ağırlık
- Yerçekimi İvmesi
- Sürtünme Kuvveti
- Eylemsizlik Yasası
- Temel Yasa
- Etki-tepki Kuvvetleri

Bu bölümde;

- Kuvvet kavramını,
- Temas gerektiren ve temas gerektirmeyen kuvvetleri,
- Doğadaki temel kuvvetleri,
- Bileşke kuvvet kavramını,
- Dengelenmiş ve dengelenmemiş kuvvetleri,
- Ağırlık kavramını,
- Newton'ın I. Hareket Kanunu'nu (Eylemsizlik Prensibi),
- Newton'ın II. Hareket Kanunu'nu (Temel Prensip),
- Newton'ın III. Hareket Kanunu'nu (Etki-tepki Prensibi),
- Sürtünme kuvvetini ve bağlı olduğu değişkenleri

öğreneceğiz.

ÖSYMYKS-TYT
ÇIKMIŞ SORULARIN KONULARA GÖRE DAĞILIMI

SINIF DÜZEYİ	SORU DAĞILIMI	2018 TYT	2019 TYT	2020 TYT	2021 TYT	2022 TYT	TOPLAM SORU SAYISI
9	Fizik Bilimine Giriş	1	-	1	-	-	2
	Madde Ve Özellikleri	-	1	-	1	1	3
	Hareket ve Kuvvet	1	1	1	1	1	5
	İş, Güç ve Enerji	-	1	-	-	-	1
	Isı, Sıcaklık ve Genleşme	1	1	-	1	1	4
	Elektrostatik	1	-	-	-	1	2
10	Elektrik Akımı ve Devreler	-	1	1	1	-	3
	Manyetizma	-	-	-	-	-	-
	Basınç	-	-	1	1	1	3
	Kaldırma Kuvveti	1	-	1	-	-	2
	Dalgalar	-	-	1	1	1	3
	Optik	2	2	1	1	1	7

Yukarıdaki tablo YKS sorularının son beş yıla göre dağılımını göstermektedir. ÖSYM, YKS sorularını bütün kazanımlara ve konulara yönelik belirleyebilir.

Kuvvet

Duran cisimleri harekete geçiren, hareket halindeki cisimleri hızlandıran, yavaşlatan ve durduran, cisimlerin hareket doğrultularını ve yönlerini değiştiren, cisimlerde şekil değişikliği yapabilen ve cisimleri döndürebilen etkiye **kuvvet** denir.

Kuvvet vektörel bir büyüklük olup $\vec{F}$ sembolü ile gösterilir. Kuvvet dinamometre ile ölçülür. SI birim sisteminde birimi **Newton (N)**'dır.

Kuvvet

Temas Gerektiren Kuvvetler

Kuvvet ile kuvvetin uygulandığı cisim arasında fiziksel temas vardır.
Örnek olarak;
- Akışkanların kaldırma kuvveti,
- İtme kuvveti,
- Çekme kuvveti,
- Kas kuvveti,
- Rüzgâr kuvveti,
- Buhar kuvveti,
- Sürtünme kuvveti,
- Hava direnci

verilebilir.

Temas Gerektirmeyen Kuvvetler

Kuvvet ile kuvvetin uygulandığı cismin temas etmesi gerekmez.
Örnek olarak;
- Manyetik kuvvet,
- Elektriksel kuvvet,
- Kütle çekim kuvveti,
- Atom çekirdeğindeki nükleer kuvvetler

verilebilir.

Doğada var olan bütün kuvvetlerin kaynağı temas gerektirmeyen kuvvetler olup, kendi içinde dört gruba ayrılır.

Doğadaki Temel Kuvvetler

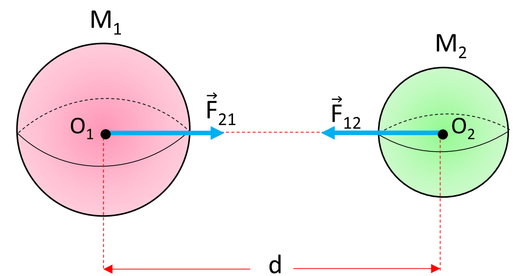
Güçlü Nükleer Kuvvet	Zayıf Nükleer Kuvvet	Elektromanyetik Kuvvet	Kütle Çekim Kuvveti
✓Atom çekirdeğindeki nötronların ve protonların dağılmadan bir arada durmasını sağlayan kuvvettir. ✓Atom çekirdeği boyutunda etkilidir. ✓Menzili çok kısadır. ✓Şiddeti en büyük olan temel kuvvettir. ✓Temassız alan kuvvetidir.	✓Atom çekirdeklerinin kararsız olmasına neden olan çekirdek boyutunda etkili bir kuvvettir. ✓Menzili en kısa olan kuvvettir. Çekirdek bozunmasında etkili olan kuvvet olup elektromanyetik kuvvetten sonra büyüklük olarak 3. sırada olan kuvvettir. ✓Temassız alan kuvvetidir.	✓Mıknatıslar ve yüklü parçacıklar arasında itme veya çekme kuvveti şeklinde olan kuvvet olup atom ve moleküllerin bir arada durmasını sağlayan kuvvettir. ✓Menzilleri sonsuz olup sonsuzda sıfır olur. ✓Güçlü nükleer kuvvetten sonra büyüklük olarak 2. sırada olan kuvvettir. ✓Temassız alan kuvvetidir.	✓Cisimlerin kütlelerinden dolayı birbirlerine uyguladığı çekme kuvvetidir. ✓Şiddeti en zayıf olan kuvvettir. ✓Gezegenleri Güneş'e, uyduları gezegenlere bağlayan kuvvettir. ✓Tüm gezegenlerin kendi yörüngelerinde dolanmalarını sağlar. ✓Menzilleri sonsuz olup sonsuzda sıfır olur. ✓Temassız alan kuvvetidir.

Kütle Çekim Kuvveti

Sadece çekme özelliği gösteren kütle çekim kuvveti Newton tarafından; **"İki cisim arasında oluşan kütle çekim kuvvetinin büyüklüğü; cisimlerin kütlelerinin çarpımıyla doğru, aralarındaki uzaklığın karesiyle ters orantılıdır"** şeklinde tanımlanmıştır. Kütle çekim kuvvetinin menzili sonsuz olup sonsuzda sıfır olur. Aralarında d uzaklığı olan M_1 ve M_2 kütleli cisimler birbirlerine eşit ve zıt yönlü olacak şekilde çekme kuvveti uygular.

$$\vec{F}_{21} = -\vec{F}_{12}$$

$$|\vec{F}_{21}| = |-\vec{F}_{12}| = F$$



Şekil: Kütle çekim kuvveti

$\vec{F}_{12}$: M_1 cisminin M_2 cismine uyguladığı çekme kuvveti
$\vec{F}_{21}$: M_2 cisminin M_1cismine uyguladığı çekme kuvveti
G: Evrensel çekim sabiti olup değeri $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ N · m²/kg² dir.
d: Cisimlerin merkezlerini birleştiren doğru parçasının uzunluğu

M_1 ve M_2 kütleleri arasındaki kütle çekim kuvvetinin büyüklüğü;

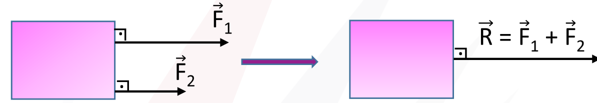
$$F = G \cdot \frac{M_1 \cdot M_2}{d^2}$$

bağıntısıyla bulunur.

Bileşke Kuvvet

İki veya daha fazla kuvvetin gösterdiği etkiyi tek başına gösterebilen kuvvete **bileşke kuvvet** denir. Bileşke kuvvet $\vec{R}$ ile gösterilir.

Aynı doğrultulu ve aynı yönlü olan kuvvetlerin bileşkesi; kuvvetlerin büyüklüklerinin toplamı ile bulunur.
Bileşke kuvvetin yönü kuvvetlerle aynı yöndedir.



Bileşke kuvvetin büyüklüğü; $R = F_1 + F_2$ dir.

Aynı doğrultulu ve zıt yönlü olan kuvvetlerin bileşkesi; büyük kuvvetten küçük kuvvet çıkarılarak bulunur.
Bileşke kuvvetin yönü büyük kuvvet yönündedir.



$|\vec{F}_1| > |\vec{F}_2|$ ise; bileşke kuvvetin büyüklüğü; $R = F_1 - F_2$ dir.



Kritik Bilgi

- Yatay zemin üzerinde durmakta olan cisimler daima bileşke kuvvet yönünde hareket ederler.
- Bileşke kuvvet sıfırsa cisim duruyor veya sabit hızlı hareket yapıyordur.

Dengelenmiş ve Dengelenmemiş Kuvvetler

Bir cisim üzerine etki eden net kuvvet (bileşke kuvvet) sıfırsa cisim dengelenmiş kuvvetlerin etkisindedir. Dengede olan cisimler duruyorsa durmaya devam ederler. Hareket halindelerse o andaki hızlarıyla hareket doğrultularında sabit hızla hareketlerine devam ederler. Bu durumdaki cisimlere etki eden kuvvetlere **dengelenmiş kuvvetler** denir. Örneğin masa üzerinde bulunan bir kitap, sabit hızla giden bir araç, ağaçta asılı duran meyve dengelenmiş kuvvetlerin etkisindedir.
Bir cisim üzerine etki eden net kuvvet (bileşke kuvvet) sıfır değilse cisim dengede değildir. Bir cismin üzerine etki eden kuvvetlerin bileşkesi sıfırdan farklı ise cisim dengelenmemiş kuvvetlerin etkisi altındadır. Örneğin hızlanan bir araç, ağaçtan kopan meyve, rüzgarda kuruyan çamaşırlar dengelenmemiş kuvvetlerin etkisindedir.



Dersi İzleyelim

Kuvvet





Dersi İzleyelim

Dengelenmiş ve Dengelenmemiş Kuvvetlerin Etkisinde Hareket
Newton'ın Hareket Kanunları-I



Ağırlık ve yer çekimi ivmesi

Bir gezegenin yüzeyindeki bir cisme uyguladığı kütle çekim kuvvetine **ağırlık** denir. Ağırlık vektörel büyüklük olup dinamometre ile ölçülür. SI birim sisteminde birimi Newton (N)'dır. $\vec{G}$ sembolü ile gösterilir.

Bir gezegen üzerinde bulunan birim kütleye uygulanan kütle çekim kuvvetine gezegenin **çekim ivmesi** denir. $\vec{g}$ sembolü ile gösterilir. Dünya'da **yerçekimi ivmesi** adını alır. Dünya'da yerçekimi ivmesi ortalama olarak g = 9,81 N/kg olup hesaplamalarda kolaylık sağlaması için g = 10 N/kg alınır.

Dünya'da m kütleli bir cismin ağırlığı;

$$\vec{G} = m \cdot \vec{g}$$

bağıntısıyla bulunur.



Görsel : Dinamometre çeşitleri

 **Kritik Bilgi**

Ağırlık ve kütle kavramları birbirlerine karıştırılmamalıdır. Kütle değişmeyen madde miktarı olup eşit kollu terazi ile ölçülür. Ağırlık ise cismin bulunduğu gezegenin cisme uyguladığı çekim kuvveti olup dinamometre ile ölçülür.

 **Kritik Bilgi**

Dünya yüzeyinde yerçekimi ivmesinin büyüklüğü ekvator bölgesinde yaklaşık olarak 9,78 N/kg olup kutuplara doğru gidildikçe artar ve kutup bölgelerinde yerçekimi ivmesinin değeri yaklaşık olarak 9,84 N/kg olur.

NEWTON'IN HAREKET KANUNLARI

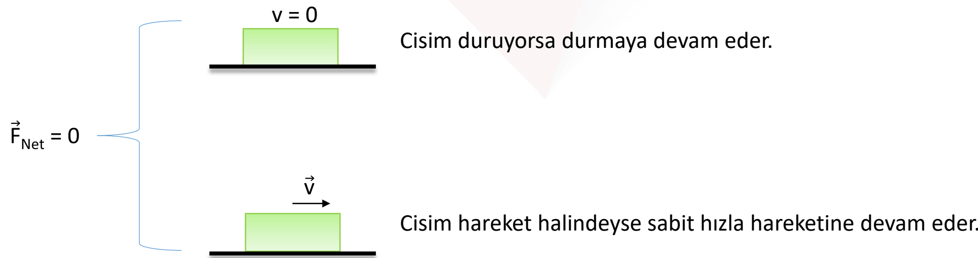
Newton yıldızları ve gezegenleri gökyüzünde tutan etki ile elmayı yere düşüren etkinin aynı şey olduğunu öne sürerek "İki cisim birbirini nasıl çeker?" sorusuna cevap aramış ve bulmuştur. Newton'a göre cisimler birbirlerini kütle çekim kuvveti ile çekmektedir. Kütle Çekim Yasası adı verilen bu yasa evrendeki her şey için geçerli olduğundan evrensel bir yasa olmuştur. Mekanik biliminin temelini oluşturan Evrensel Kütle Çekim Yasası sayesinde insanlar Ay'a ayak basmış, yeni gezegenler keşfedilmiştir.



Newton'un I. Hareket Kanunu (Eylemsizlik Prensibi)

Cisimlerin mevcut hareket durumlarını koruma isteğine **eylemsizlik** denir. Yani bir cismin hızında meydana gelecek değişime direnme eğilimi o cismin eylemsizliğidir. Eylemsizlik maddelerin ortak özelliklerindendir.

Bir cisme etki eden dış kuvvetlerin bileşkesi (net kuvvet) sıfırsa; cisim duruyorsa durmaya devam eder, hareket halindeyse o andaki hızıyla sabit hızlı hareket yapar.



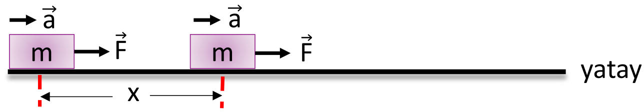
 **Dersi İzleyelim**

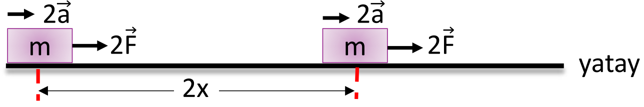
Dengelenmiş ve Dengelenmemiş Kuvvetlerin Etkisinde Hareket
Newton'ın Hareket Kanunları-I



Newton'un II. Hareket Kanunu (Temel Prensip)

Bir cisim üzerine etki eden net kuvvet sıfırdan farklı ise cisim ivmeli hareket yapar.

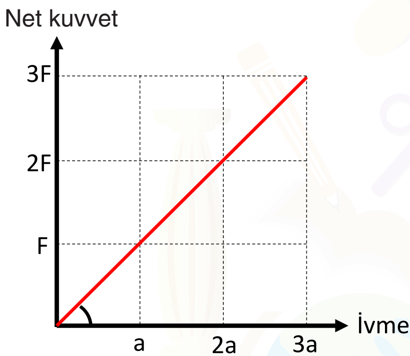






Yandaki şekillerde sürtünmesiz yüzeyde duran m kütleli cisme sırasıyla uygulanan $\vec{F}$, $2\vec{F}$ ve $3\vec{F}$ kuvvetleri, uygulanan kuvvetle doğru orantılı olarak cisme sırasıyla $\vec{a}$, $2\vec{a}$ ve $3\vec{a}$ ivmelerini kazandırmış ve eşit sürelerde sırasıyla x, 2x ve 3x yer değiştirmelerini yaptırmıştır.

- **Kuvvet-ivme grafiğinde doğrunun eğimi cismin kütlesini verir.**



Grafik: Kuvvet – İvme Grafiği

$$\text{Eğim} = \frac{F}{a} = \frac{2F}{2a} = \frac{3F}{3a} = \text{sabit} = m$$

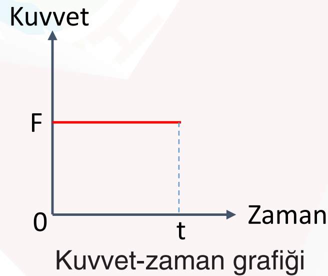
olur.

Buna göre;

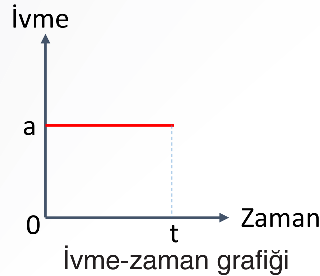
$$\vec{F}_{Net} = m \cdot \vec{a}$$

bağıntısı elde edilir.

- **Cismin kütlesi sabit olmak şartıyla; kuvvet-zaman grafiği ile ivme-zaman grafiği şekil olarak aynıdır.**



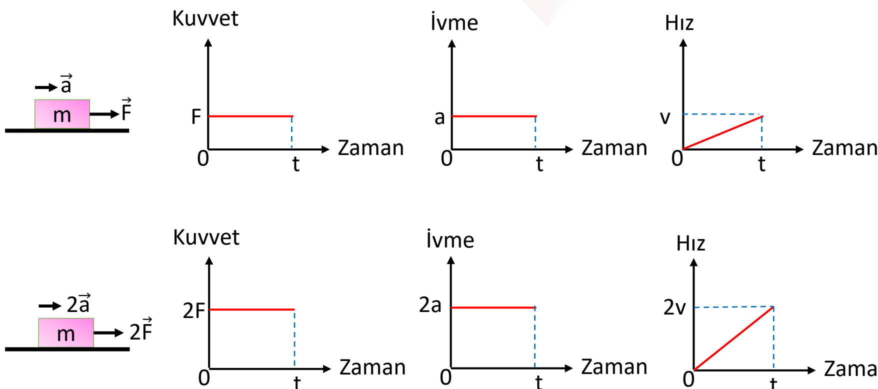
Kuvvet-zaman grafiği



İvme-zaman grafiği

Grafikler ve anlamları

Durgun halde bulunan m kütleli cisme sırasıyla F ve 2F büyüklüğündeki kuvvetler etki ettiğinde m ve 2m kütleli cisme ait kuvvet-zaman (F-t), ivme-zaman (a-t) ve hız-zaman (v-t) grafikleri aşağıdaki gibi olur.





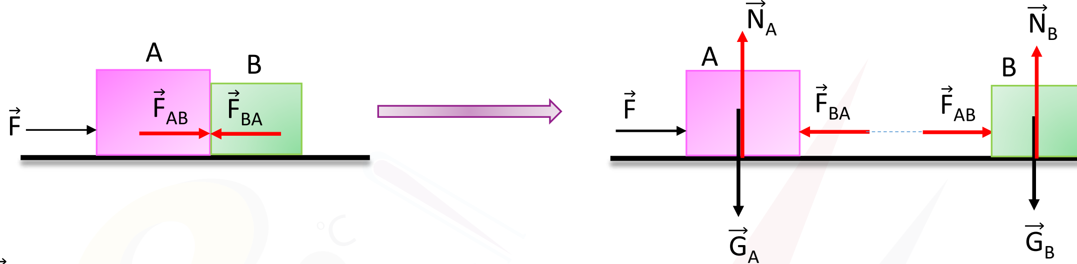
Dersi İzleyelim

Newton'ın Hareket Kanunları-II



Newton'un III. Hareket Kanunu (Etki-Tepki Prensibi)

- Bir A cismi, bir B cismine bir kuvvet uyguladığında, B cismi de A cismine eşit büyüklükte fakat zıt yönde bir tepki kuvveti uygular.
- Evrende her etki kuvvetine karşılık eşit büyüklükte ve zıt yönlü olacak şekilde bir tepki kuvveti vardır.
- Etki-tepki kuvvetleri daima çifttir.
- Etki ve tepki kuvvetleri eşit büyüklükte ve zıt yönde olmalarına rağmen birbirlerini dengelemezler. Çünkü etki ve tepki kuvvetleri aynı cisim üzerinde değil, farklı cisimler üzerine etki ederler.
- Temas gerektiren ve temas gerektirmeyen kuvvetler etki-tepki kuvvet çifti oluştururlar.



$\vec{F}_{AB}$: A cisminin B cismine uyguladığı kuvvet (Etki)

$\vec{F}_{BA}$: B cisminin A cismine uyguladığı kuvvet (Tepki)

$\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA}$ $\qquad$ $|\vec{F}_{AB}| = |\vec{F}_{BA}|$


Dersi İzleyelim

Newton'ın Hareket Yasaları-III



Sürtünme Kuvveti

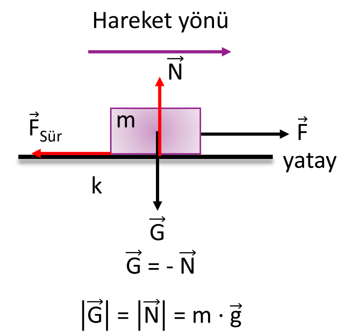
Durmakta olan cisimlerin harekete geçmesini engellemeye çalışan, hareket halindeki cisimlerin hareket etmesini zorlaştıran, temas gerektiren kuvvete **sürtünme kuvveti** denir.

Öteleme hareketi yapan cisimlere etki eden sürtünme kuvveti genellikle cismin hareket yönüne zıt yönde olur.

Sürtünme kuvveti;
- Sürtünen yüzeylerin cinsine bağlıdır.
- Yatay düzlemde dış kuvvet uygulanmadığında cismin ağırlığıyla doğru orantılı değişir.
- Sürtünen yüzeylerin büyüklüğüne bağlı değildir.
- Genellikle harekete zıt yöndedir.
- Sürtünme kuvveti;

$$\vec{F}_S = k \cdot \vec{N}$$

bağıntısıyla hesaplanır.



$\vec{G} = -\vec{N}$

$|\vec{G}| = |\vec{N}| = m \cdot \vec{g}$

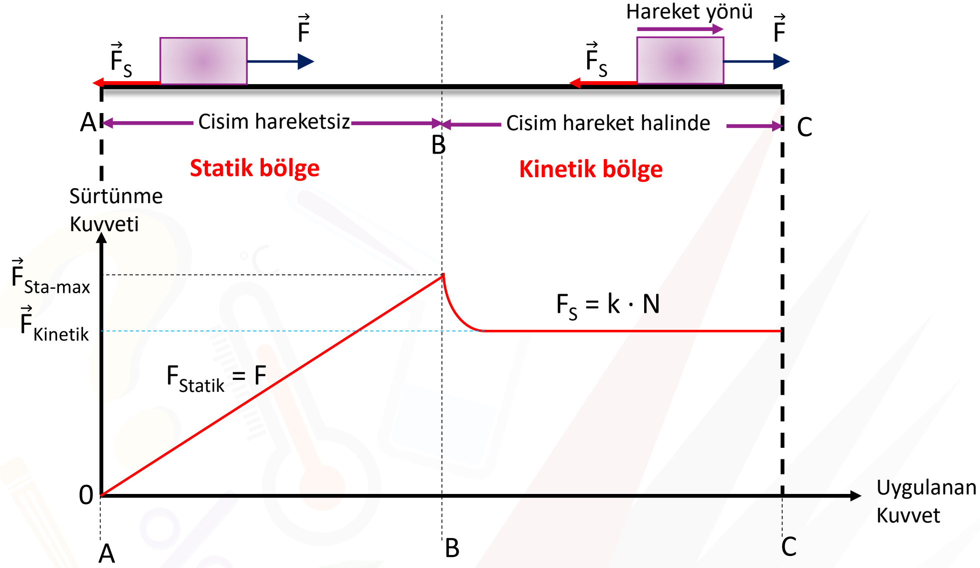
❖ Burada m kütleli cisme etki eden sürtünme kuvvetinin büyüklüğü;
$F_S = k \cdot m \cdot g$ olarak yazılır.

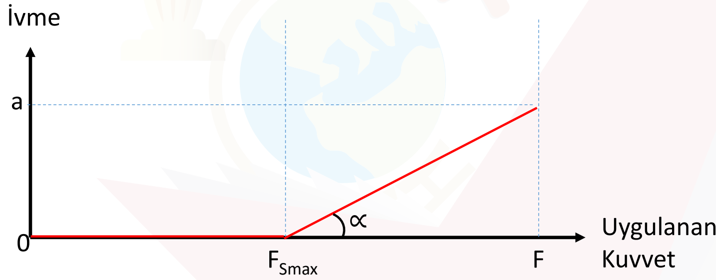
Statik ve Kinetik Sürtünme Kuvveti

Statik Sürtünme Kuvveti:
- Duran cisimlerin harekete geçme anına kadar cisme etki eden sürtünme kuvvetidir ($\vec{F}_{Statik}$). Cismin hareket etmesi, cisme uygulanan $\vec{F}$ kuvvetinin büyüklüğüne bağlıdır.
- Şekildeki grafikte AB arasında kalan bölgede cisim hareketsiz olduğundan bu bölgeye statik bölge adı verilir.
- AB arasında statik sürtünme kuvveti cisme uygulanan kuvvetin büyüklüğüne eşittir.
- Duran cisme uygulanan $\vec{F}$ kuvvetinin büyüklüğü, statik sürtünme kuvvetinin maksimum değerinden büyük olduğu anda cisim harekete başlar.

Kinetik Sürtünme Kuvveti:

- Kayarak öteleme hareketi yapan cisimlere etki eden sürtünme kuvvetidir ($\vec{F}_{Kinetik}$).
- Şekildeki grafikte BC arasında kalan bölgede cisim net kuvvetin etkisinde kalarak ivmeli hareket yaptığından bu bölgeye kinetik bölge adı verilir.
- BC arasında cisme kinetik sürtünme kuvveti etki eder.
- Kinetik sürtünme kuvvetinin büyüklüğü, statik sürtünme kuvvetinin maksimum değerinden küçüktür.
- Biz işlemlerde sürtünme kuvvetini $\vec{F}_S$ ile göstereceğiz.





İvme-Uygulanan Kuvvet grafiği, sürtünmeli yatay düzlemde duran bir cisme etki eden düzleme paralel kuvvet ile cismin kazandığı ivme arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Cisme etki eden net kuvvetin büyüklüğü;

$$F_{Net} = F - F_{Smax}$$

ile bulunur.

Grafiğin eğimi;

$$\text{Eğim} = \frac{1}{m} = \frac{a}{F - F_{Smax}}$$

şeklinde yazılır.


Dersi İzleyelim

Sürtünme Kuvveti




Dersi İzleyelim

Serbest cisim Diyagramı
Ünite değerlendirme



1. Aşağıdaki ifadelerde boş bırakılan yerlere verilen sözcüklerden uygun olanını yazınız.

Artar-Azalır	Yüzey alanı	Sürtünme Kuvveti	Statik	Eylemsizlik
Dik	Güçlü nükleer kuvvet	Etki-Tepki	Alan Kuvveti	Kutuplar

a) Birbirine teması olmadan da etkili olan kuvvetlere ……………………… denir.

b) Genellikle hareket yönüyle zıt ve yüzey normal kuvvetiyle orantılı olan kuvvete ……………………… denir.

c) Temas hâlindeki iki cismin birbirine uyguladıkları ……………………… kuvvetleri farklı cisimler üzerindedir.

ç. Bir cismin mevcut hareket durumunu koruma eğilimine ……………. denir.

d) Dengelenmemiş kuvvetlerin etkisi altındaki bir cismin hızı ……… ya da ……….

e) Durmakta olan cisimlere etki eden sürtünme kuvvetine ………………….. sürtünme kuvveti denir.

f) Sürtünme kuvvetinin büyüklüğü cismin …………………….. bağlı değildir.

g) Sürtünme kuvvetinin büyüklüğü yüzeye etki eden ……… kuvvetle doğru orantılıdır.

h) Şiddeti en büyük olan temel kuvvet ……………………………. tir.

i) Yer çekimi ivmesi Dünya yüzeyinde en büyük değerini ……………. da alır.

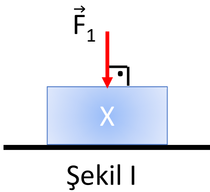
2. I. Olgunlaşan bir elmanın dalından koparak yere doğru serbest olarak düşmesi

II. Rüzgarlı havalarda balkonda asılı çamaşırların savrulması

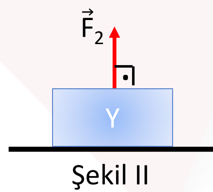
III. Halı üzerine dökülen toplu iğnelerin mıknatıs tarafından çekilmesi

Yukarıda verilen cisimlerden hangileri temas gerektirmeyen kuvvetlerin etkisi altındadır?

3. Yatay zeminde durmakta olan X ve Y cisimlerinin kütleleri eşit ve 8'er kg'dır. X cismine Şekil I'deki gibi aşağı düşey doğrultuda F_1 = 60 N, Y cismine Şekil II'deki gibi yukarı düşey doğrultuda F_2 = 45 N büyüklüğünde kuvvetler uygulanıyor.



Şekil I

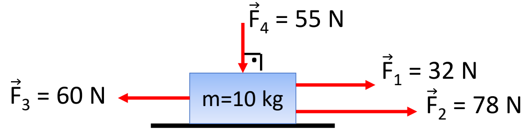


Şekil II

Buna göre; X ve Y cisimlerine yatay düzlem tarafından uygulanan tepki kuvvetlerinin büyüklükleri oranı $\frac{N_X}{N_Y}$ kaçtır?

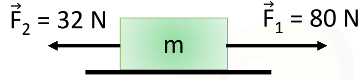
(g = 10 N/kg)

4. Sürtünmelerin ihmal edildiği yatay düzlem üzerinde durmakta 10 kg kütleli cisme şekildeki kuvvetler aynı anda etki etmektedir.



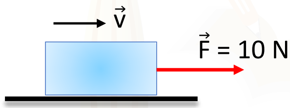
Buna göre cismin 4 saniye sonraki hızını ve yer değiştirmesini bulunuz.

5. Sürtünmelerin ihmal edildiği yatay düzlemdeki m kütleli cisim $\vec{F}_1$ ve $\vec{F}_2$ kuvvetlerinin etkisinde 8 m/s² lik ivmeyle hareket etmektedir.



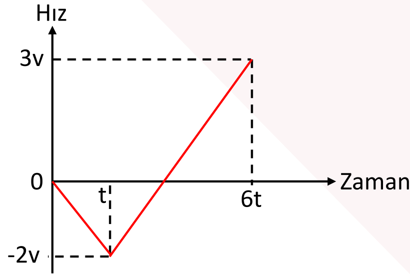
Buna göre cismin kütlesi m kaç kg'dır?

6. Sürtünmeli yatay düzlem üzerinde hareket etmekte olan 4 kg kütleli cisme 10 N büyüklüğündeki kuvvet şekildeki gibi etki ettiğinde cisim 5 m/s² lik ivmeyle düzgün olarak yavaşlıyor.



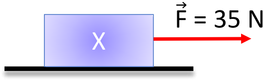
Buna göre cisimle yüzey arasındaki sürtünme katsayısı kaçtır? (g = 10 N/kg)

7. Kütlesi 4 kg olan K cismine ait hız-zaman grafiği şekilde verilmiştir.



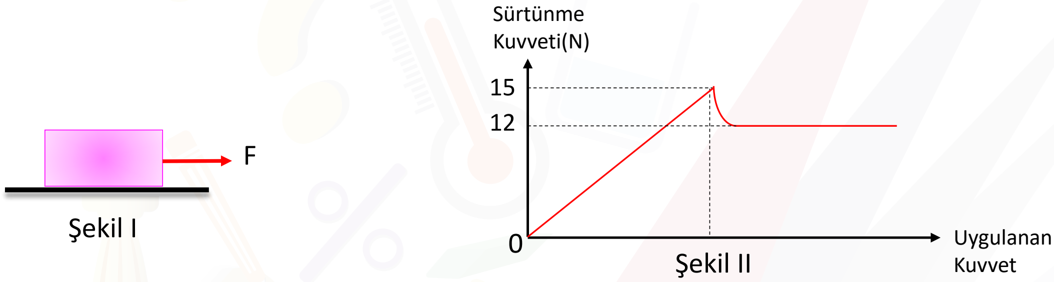
0-t zaman aralığında cisme etki eden net kuvvet 12 N ise, t-6t zaman aralığında cismin ivmesini ve cisme etki eden net kuvveti bulunuz.

8. Kütlesi 4 kg olan X cismi ile yatay düzlem arasındaki statik sürtünme katsayısı 0,8 ve kinetik sürtünme katsayısı 0,5 dir.



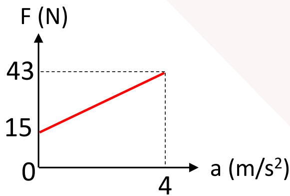
X cismine şekildeki gibi sürtünmeli yatay düzleme paralel olarak 35 N büyüklüğünde kuvvet uygulandığında, cisme etki eden sürtünme kuvveti kaç N olur? (g = 10 N/kg)

9. Sürtünmeli yatay düzlemde t=0 anında durmakta olan Şekil I'deki 5 kg kütleli cisme etki eden sürtünme kuvvetinin uygulanan kuvvete bağlı değişim grafiği Şekil II'deki gibidir.



Buna göre cisimle yatay düzlem arasındaki statik sürtünme katsayısının (k_{St}), kinetik sürtünme katsayısına (k_{Kin}) oranı $\frac{k_{St}}{k_{Kin}}$ kaçtır?

10. Sürtünmeli yatay düzlemde hareket eden X cismine ait kuvvet-ivme grafiği şekildeki gibidir.



Buna göre X cisminin kütlesi kaç kg'dır?

1. **Aşağıda kuvvetlerin etkisiyle ilgili;**

I. Bir aracın diğerini çekmesi,

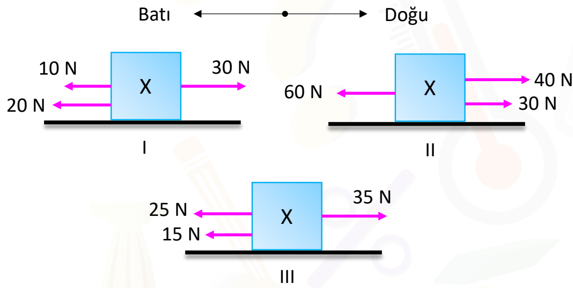
II. Saça sürtülen tarağın kağıt parçalarını çekmesi,

III. Dünya ve Güneş'in birbirlerini çekmesi

olaylarından hangileri temas gerektirmez?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) I ve III E) II ve III



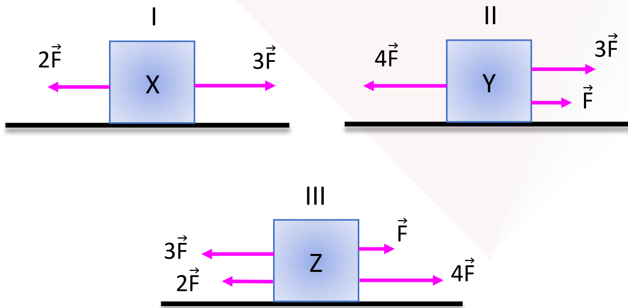
2. 

Sürtünmesiz yatay düzlemde bulunan X cismine I, II ve III durumlarından hangilerinde etki eden net kuvvet doğu yönünde 10 N'dır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) II ve III



3. Sürtünmesiz yatay yolda özdeş X, Y ve Z cisimleri şekildeki kuvvetlerin etkisindedir.



Buna göre hangi cisimler dengededir?

A) Yalnız X B) Yalnız Y C) Yalnız Z D) Y ve Z E) X, Y ve Z



4. Eylemsizliği günlük hayatımızda birçok olayda gözlemleriz. **Aşağıdakilerden hangisi bu olaylara örnek olarak gösterilemez?**

A) Ani fren yapan otobüste ileri doğru savrulmak.

B) Durgun otobüs harekete geçtiğinde arkaya doğru itilmek.

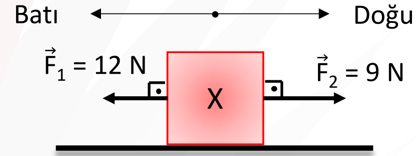
C) Arabayla giderken virajda savrulmak

D) Arabaların hava yastıklarının açılması

E) Bir cisme kuvvet uyguladığımızda aynı kuvvetin bize de etki etmesi



5. Sürtünmeli bir yüzeyde bulunan cisme $\vec{F}_1$ ve $\vec{F}_2$ kuvvetleri şekildeki gibi etki etmektedir.



Cisim dengelenmiş kuvvetlerin etkisinde olduğuna göre cisme etkiyen sürtünme kuvveti hangi yönde ve kaç N'dır?

A) Batı yönünde 3 N

B) Batı yönünde 9 N

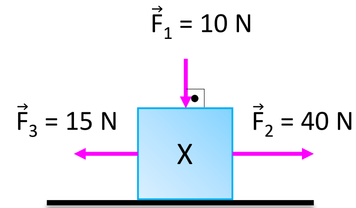
C) Doğu yönünde 3 N

D) Doğu yönünde 9 N

E) Doğu yönünde 12 N



6. Sürtünmenin önemsenmediği yatay düzlemdeki X cismi şekildeki kuvvetlerin etkisinde 5 m/s²lik ivme kazanıyor.

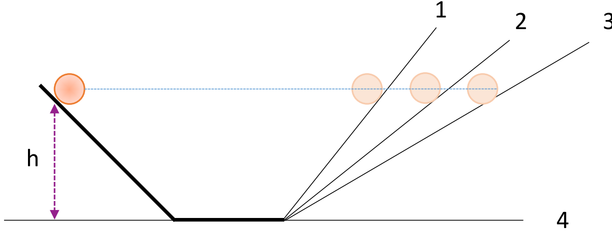


Buna göre cismin kütlesi kaç kg'dır?

A) 2 B) 3 C) 4 D) 5 E) 6



7. Galileo'nun yaptığı sürtünmesi önemsiz eğik düzlem deneyinde, eğim açısı değiştirilerek her defasında aynı h yüksekliğinden bırakılan cismin aynı yüksekliğe çıktığı fakat geçen zaman ve alınan yolun farklı olduğu gözleniyor.



Buna göre;

I. Hareket başladıktan sonra devamı için kuvvete gerek yoktur.

II. Newton'ın Birinci Hareket Yasası'nın temelini oluşturur.

III. Eğik düzlemin diğer kolu 4 konumuna getirilirse cisim yatay yolda sabit hızla hareketine devam eder.

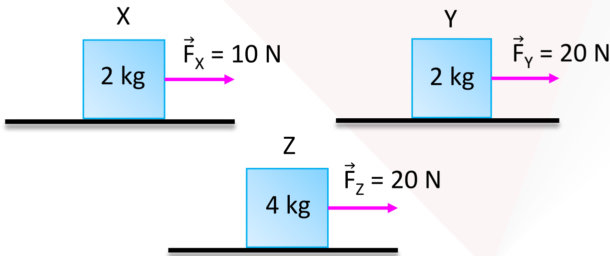
yorumlarından hangileri yapılabilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) I, II ve III



8. Sürtünmesiz ortamda X, Y ve Z cisimlerine uygulanan kuvvetler şekillerde verilmiştir.



Buna göre cisimlerin ivmelerinin büyüklükleri arasındaki ilişki nasıldır?

A) $a_X = a_Y = a_Z$

B) $a_X = a_Y > a_Z$

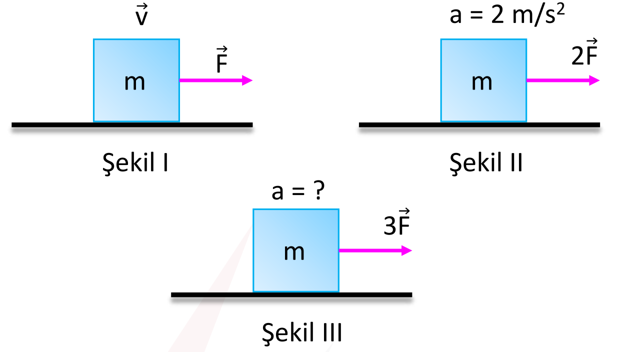
C) $a_Y > a_X = a_Z$

D) $a_X > a_Y > a_Z$

E) $a_X > a_Z > a_Y$



9. Aynı yüzeyde bulunan m kütleli cisimlere etki eden sürtünme kuvvetleri eşittir. Şekil I'deki cisim sabit v büyüklüğündeki hızla, Şekil II'deki cisim 2 m/s² ivme büyüklüğü ile hareket ediyor.

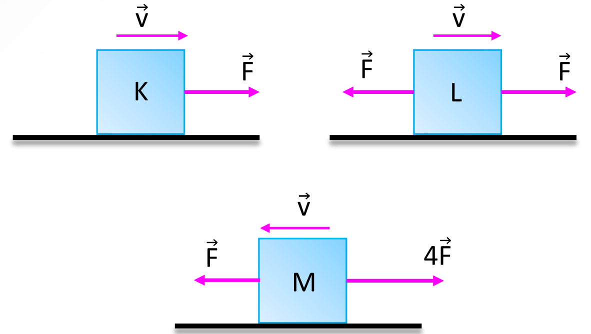


Buna göre Şekil III'teki cismin ivmesinin büyüklüğü kaç m/s²dir?

A) 2 B) 3 C) 4 D) 5 E) 6



10. Sürtünmesiz yatay düzlemde v büyüklüğündeki hızlarla hareket eden özdeş K, L ve M kütlelerine şekildeki kuvvetler etki ediyor.



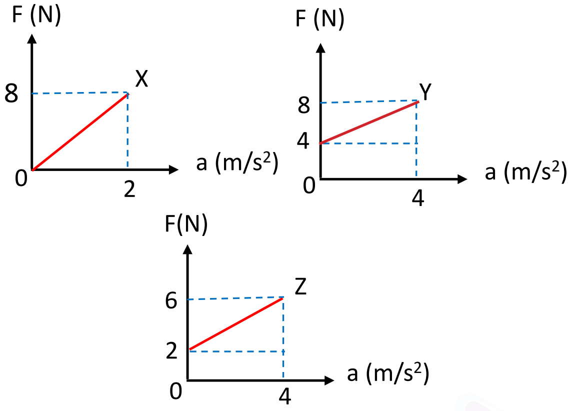
Buna göre zamanla hangi cisimlerin hız büyüklükleri değişir?

A) Yalnız K B) Yalnız L C) Yalnız M

D) K ve L E) K ve M



11. X, Y ve Z cisimlerine ait kuvvet-ivme (F-a) grafikleri aşağıda verilmiştir.



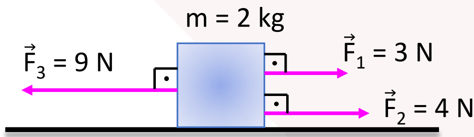
Buna göre cisimlerin kütleleri arasındaki ilişki nasıldır?

A) $m_X = m_Y = m_Z$ B) $m_X = m_Y > m_Z$ C) $m_X > m_Y = m_Z$

D) $m_Y > m_X = m_Z$ E) $m_Z > m_Y = m_X$



12. Sürtünmesiz yatay düzlemde duran 2 kg kütleli cisme şekildeki gibi üç kuvvet etki etmektedir.

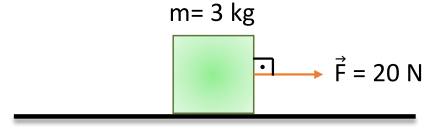


Buna göre cismin ivmesi kaç m/s²dir?

A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5



13. Şekildeki 3 kg kütleli cisim 20 N'lık kuvvetin etkisinde 5 m/s² lik ivmeyle hızlanmaktadır.

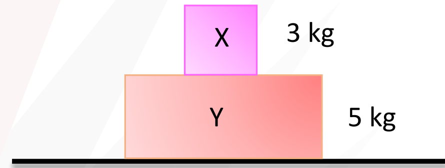


Buna göre cisme etki eden sürtünme kuvveti kaç N'dır?

A) 5 B) 6 C) 10 D) 15 E) 20



14. X ve Y cisimleri şekildeki gibi üst üste konulmuştur.

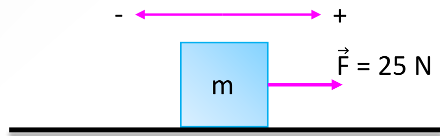


Buna göre zeminin Y cismine uyguladığı tepki kuvveti kaç N olur? (g = 10 m/s²)

A) 45 B) 60 C) 70 D) 80 E) 90



15. Sürtünmeli doğrusal yolda cisim (+) yönde 25 N'lık kuvvetin etkisinde hareket etmektedir.



Bir süre sonra kuvveti kaldırırsak cismin hareketi için;

I. Hızlanır.

II. Yavaşlar ve durur.

III. Sabit hızla devam eder.

yargılarından hangileri doğru olur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

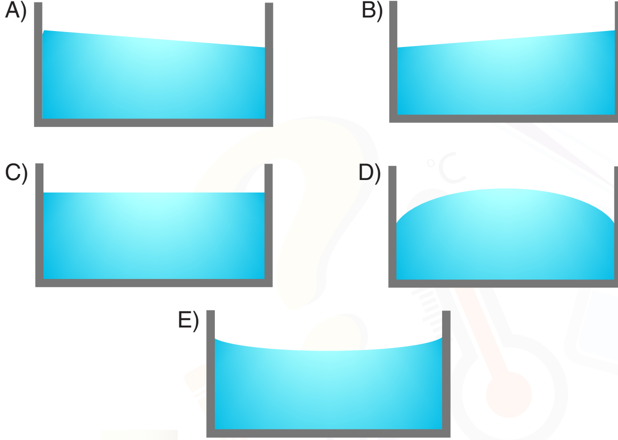
D) I ve II E) II ve III



16. Kasasında su taşıyan bir tanker belirtilen yönde v hız büyüklüğüyle hareket ederken aniden frene basıyor.



Buna göre kasadaki suyun görünümü aşağıdakilerden hangisi gibi olur?





17. 2020 TYT

Freni bozulmuş olan bir otomobil, yatay düz bir yolda hareket ederken kütlesi kendi kütlesinden çok küçük olan bir çöp kovasına çarpmıştır. Bu sırada kaldırımda otobüs bekleyen Ahmet, Burçin ve Cevdet olaya tanık olmuş ve otomobil ile kovanın birbirlerine temas etmekte oldukları çok kısa süren çarpışma süreciyle ilgili aşağıdaki yorumları yapmışlardır.

- Ahmet: Otomobilin kovaya uyguladığı kuvvet, kovanın otomobile uyguladığından büyüktür.
- Burçin: Kovanın ivmesi, otomobilinkinden büyüktür.
- Cevdet: Kovanın hızı, otomobilinkinden daha büyük değişim göstermiştir.

Buna göre Ahmet, Burçin ve Cevdet'in yorumlarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız Ahmet
B) Yalnız Burçin
C) Yalnız Cevdet
D) Ahmet ve Burçin
E) Burçin ve Cevdet



18. 2021 TYT

Hareket halindeki bir otomobil, tren ve uçağın sahip oldukları hızlar ve bu araçlara hareketleri süresince etki eden net kuvvetlerin büyüklükleri ile ilgili bilgiler aşağıda belirtildiği gibidir.

- Sabit 100 km/h ile hareket eden otomobile etki eden net kuvvetin büyüklüğü F_1'dir.
- Hızı, durgun halden 200 km/h'e yükselen trene etki eden net kuvvetin büyüklüğü F_2'dir.
- Pist boyunca sabit 250 km/h hız ile hareket eden uçağa etki eden net kuvvetin büyüklüğü F_3'tür.

Buna göre F_1, F_2 ve F_3 net kuvvetlerinin büyüklükleri arasındaki ilişki aşağıdakilerin hangisinde doğru olarak verilmiştir?

A) $F_3 > F_1 = F_2$
B) $F_3 > F_2 > F_1$
C) $F_1 = F_2 > F_3$
D) $F_2 > F_1 = F_3$
E) $F_1 = F_2 = F_3$



19. 2022 TYT

Bir öğretmen, kütlesi 1 kg olan kitabı sınıfta, yatay bir masa üzerine hareketsiz duracak şekilde bırakmıştır. Öğrencilerine kitap, masa ve Yerküre'nin birbirlerine uyguladıkları kuvvetler hakkında düşüncelerini sormuştur.

Kitaba ve masaya başka bir kuvvet etki etmediğine göre aşağıdaki öğrenci ifadelerinden hangisi yukarıda verilen bilgilerden çıkarılamaz? (Yer çekimi ivmesini $g = 10\ m/s^2$ alınız.)

A) Kitabın Yerküre'ye uyguladığı kuvvet 10 N'dır.
B) Yerküre'nin kitaba uyguladığı kuvvet 10 N'dır.
C) Kitabın masaya uyguladığı kuvvet 10 N'dır.
D) Masanın kitaba uyguladığı kuvvet 10 N'dır.
E) Yerküre'nin masaya uyguladığı kuvvet 10 N'dır.



AÇIK UÇLU SORULAR

1. a. alan kuvveti
   b. sürtünme kuvveti
   c. etki-tepki
   ç. eylemsizlik
   d. artar-azalır
   e. statik
   f. yüzey alanına
   g. dik
   h. güçlü nükleer kuvvet
   ı. kutuplar

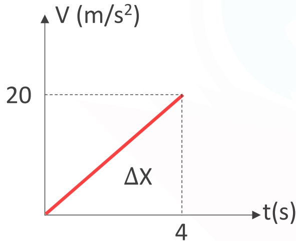
2. I. Yerçekimi kuvveti
   II. Rüzgar kuvveti
   III. Manyetik kuvvet

   I ve III. Yargılardaki cisimler temas gerektirmeyen kuvvetlerin etkisi altındadır.

3. $G = m \cdot g$
   $G = 8 \cdot 10 = 80$ N
   $N_X = F_1 + G$
   $N_X = 60 + 80$
   $N_X = 140$ N

   $N_Y = G - F_2$
   $N_Y = 80 - 45$
   $N_Y = 35$ N
   $\frac{N_X}{N_Y} = \frac{140}{35} = 4$ bulunur.

4. $F_{Net} = m \cdot a$
   $F_1 + F_2 - F_3 = m \cdot a$
   $32 + 78 - 60 = m \cdot a$
   $50 = 10 \cdot a$
   $a = 5$ m/s²



Cismin 4 s sonraki hızı; hız her saniye ivme kadar artacağından;
$v = 4 \cdot 5 = 20$ m/s olur.

Hız-zaman grafiğinde; doğru ile zaman ekseni arasında kalan alan yer değiştirmeyi verir.
Buna göre cismin 4 saniyedeki yer değiştirmesi;
$\Delta X = \frac{20 \cdot 4}{2}$
$\Delta X = \frac{80}{2}$
$\Delta X = 40$ m olur.

5. $F_{Net} = m \cdot a$
   $F_1 - F_2 = m \cdot a$
   $80 - 32 = m \cdot 8$
   $48 = 8 \cdot m$
   $m = 6$ kg bulunur.

6. $F_{Net} = m \cdot a$
   $F_{Net} = 4 \cdot 5$
   $F_{Net} = 20$ N

   Cisim yavaşladığından dolayı $F_S > F$ olur.
   $F_{Net} = F_S - F$
   $20 = F_S - 10$
   $F_S = 30$ N

   $F_S = k \cdot N$
   $F_S = k \cdot m \cdot g$
   $30 = k \cdot 4 \cdot 10$
   $k = \frac{3}{4}$
   $k = 0{,}75$ bulunur.

7. Hız-zaman grafiğinin eğimi ivmeyi verir.
   0-t aralığında;
   $a_1 = \frac{-2v}{t}$ dir.
   $F_{Net} = m \cdot a$
   $12 = 4 \cdot (\frac{-2v}{t})$
   $\frac{v}{t} = -\frac{3}{2}$ bulunur.

   t-6t aralığında;
   $a_2 = \frac{5v}{5t}$ dir.
   $a_2 = \frac{v}{t}$
   $a_2 = \frac{3}{2}$ m/s² olur.

   $F_{Net} = m \cdot a_2$
   $F_{Net} = 4 \cdot \frac{3}{2}$
   $F_{Net} = 6$ N olur.

8. Statik sürtünme kuvvetinin maksimum değeri;
   $F_{St.Max} = k_S \cdot N$
   $F_{St.Max} = k_S \cdot m \cdot g$
   $F_{St.Max} = 0{,}8 \cdot 4 \cdot 10$
   $F_{St.Max} = 32$ N

   Kinetik sürtünme kuvvetinin değeri;
   $F_{Kin} = k_K \cdot N$
   $F_{Kin} = k_K \cdot m \cdot g$
   $F_{Kin} = 0{,}5 \cdot 4 \cdot 10$
   $F_{Kin} = 20$ N

   Cisme etki eden kuvvetin büyüklüğü; F = 35 N,
   Statik sürtünme kuvvetinin büyüklüğü; $F_{St.Max}$ = 32 N,
   $F > F_{St.Max}$ olduğundan X cismi hareket eder ve cisme etki eden sürtünme kuvvetinin büyüklüğü $F_S = 20$ N olur.

9. $F_{St} = k_{St} \cdot m \cdot g$
   $15 = k_{St} \cdot 5 \cdot 10$
   $k_{St} = 0{,}3$

   $F_{Kin} = k_{Kin} \cdot m \cdot g$
   $12 = k_{Kin} \cdot 5 \cdot 10$
   $k_{kin} = 0{,}24$

   $\frac{k_{St}}{k_{Kin}} = \frac{0{,}3}{0{,}24} = \frac{5}{4}$

10. Kuvvet - İvme grafiğinde doğrunun eğimi kütleyi verir.
    Eğim $= \frac{F_{Net}}{a} = m$
    $m = \frac{28}{4} = 7$ kg

ÇOKTAN SEÇMELİ SORULAR

1. E	3. D	5. C	7. E	9. C	11. C	13. A	15. B	17. E	19. E
2. B	4. E	6. D	8. C	10. E	12. A	14. D	16. B	18. D	


Konu Özeti Konuyla ilgili kısa ve öz bilgiler


Açık Uçlu Sorular Konuyla ilgili ufkunuzu açacak sorular


Çoktan Seçmeli Sorular Konuyla ilgili çoktan seçmeli testleri


Neler Öğreneceğiz? Fasikülde hangi konuların öğrenildiği


Hatırlayalım Konuyla ilgili önceki bilgiler


Araştırma Konuyla ilgili detaylı bilgiye ulaşmanız için ödevler



Faydalı Linkler Konuyla ilgili yararlanılabilecek web siteleri


Kritik Bilgi Fasikülde geçen konuyla ilgili en önemli bilgi


Bir Örnek de Sen Ver Konuyla ilgili sizden gelen örnekler


Biliyor musunuz? Konuyla ilgili çarpıcı bilgiler


Filozof Der ki Filozofların konuyla ilgili söylediği önemli sözler


Felsefe Sözlüğü Felsefe ile ilgili kavramlar


Haritada Bulalım Konuyla ilgili özellikleri haritada işaretleme


Dersi İzleyelim Konuyla ilgili konu anlatım videoları


Dikkat! Fasikülde karıştırılmaması gereken bilgiler